



APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE GRADIENTE DO CANAL NA ANÁLISE GEOMORFOMÉTRICA DA BACIA DO RIO BONITO (PETRÓPOLIS, RJ)

Daniele Pereira Pecorella ^(a), Laura Delgado Mendes ^(b)

^(a) DGEO/Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, dani_pecorella@yahoo.com.br

^(b) DGEO/Instituto Multidisciplinar, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, lauradmendes@gmail.com

EIXO: SISTEMAS GEOMORFOLÓGICOS: ESTRUTURA, DINÂMICAS E PROCESSOS

Resumo

O objetivo desse trabalho é apresentar os resultados da aplicação do índice de gradiente do canal (SL) na bacia do rio Bonito (Petrópolis-RJ) utilizando estudos prévios com abordagem morfotectônica. O índice de gradiente do canal permite a análise geomorfométrica dos perfis longitudinais dos rios e, por sua vez, possibilita identificar e quantificar anomalias associadas à controles litológicos e/ou estruturais e, especialmente, neotectônicos. Os dados de sete canais (rio principal e seis afluentes da margem direita) para o SL Total e doze pontos para o SL Trecho foram obtidos a partir de carta topográfica na escala de 1:10000, com auxílio de curvímeter, e calculados em planilha eletrônica. Os índices SL mais elevados coincidem com as marcantes rupturas observadas nos perfis longitudinais dos canais que indicam o controle tectônico-estrutural na área, que se reflete na sua compartimentação morfotectônica, e em especial na configuração da rede de drenagem.

Palavras chave: geomorfometria. índice de gradiente do canal. perfil longitudinal. morfotectônica

1. Introdução

O sistema fluvial é um elemento importante para a análise das alterações da paisagem combinadas à evolução tectônica já que é altamente sensível à transmissão de *inputs* desencadeadores de mudanças ambientais (THOMAS & ALLISON, 1993). Diante disso, torna-se o segmento mais vulnerável a qualquer tipo de alteração, em escala temporal que pode variar entre alguns milhões a milhares de anos e séculos a décadas, e o entendimento de sua dinâmica mostra-se de extrema importância para todos os estudos que envolvem a análise do meio físico.

O índice de gradiente do canal (*stream gradient index*) ou SL (*Slope vs Length*) proposto por Hack (1973), sendo também denominado “índice de Hack” ou relação Declividade-Extensão (RDE) (ETCHEBEHERE *et al.*, 2004) permite a análise geomorfométrica dos perfis longitudinais dos rios, considerando o que se espera de um perfil de equilíbrio. Por sua vez, essa análise possibilita identificar e quantificar anomalias, ou seja, condições de desequilíbrio, associadas à controles litológicos e/ou estruturais e, especialmente, reativações tectônicas.



O objetivo desse trabalho é apresentar os resultados da aplicação do índice de gradiente do canal na bacia hidrográfica do rio Bonito (Petrópolis-RJ) utilizando como base os estudos morfotectônicos realizados previamente por Mendes *et al.* (2007) que indicam o controle tectônico-estrutural na área, que se reflete na sua compartimentação morfotectônica e na configuração da rede de drenagem.

2. Materiais e Métodos

A área de estudo é a bacia hidrográfica do rio Bonito, sub-bacia do rio Piabanha (Petrópolis-RJ), que compreende uma área de, aproximadamente 60 km² situada no Terreno Oriental da Faixa Ribeira (HEILBRON *et al.*, 1999), com ocorrência predominante dos granitóides Serra dos Órgãos (ALMEIDA, 2000). O Complexo Rio Negro ocorre apenas na área de confluência com o rio Preto, o qual está encaixado na Zona de Cisalhamento Rio Preto (Almeida, 2000). Geomorfologicamente, situa-se no Domínio Morfoestrutural do Planalto Atlântico, na Região do Planalto e Escarpas da Serra dos Órgãos, posicionada entre as Unidades Geomorfológicas de colinas/morros e maciços costeiros e Alinhamento de cristas Paraíba do Sul (SILVA, 2002).

As anomalias dos perfis longitudinais dos rios foram identificadas e quantificadas a partir da aplicação do índice de gradiente do canal, como proposto por Hack (1973), que considera $SL = \Delta h / \Delta l * L$; onde SL = índice; h/l = declividade; e L = extensão acumulada. Essa análise é significativa pois revela a energia do canal para transporte de material, assim como as características de resistência ao fluxo (HACK, 1973).

A obtenção dos dados teve como base cartas topográficas na escala de 1:10 000, produzidas pela Prefeitura Municipal de Petrópolis, com auxílio de curvímeter. Os canais de drenagem foram selecionados a partir de estudo realizado por Mendes *et al.* (2007) e que identifica rupturas importantes nos perfis longitudinais dos rios associados à evolução morfotectônica da área. Os dados foram inseridos posteriormente em uma planilha eletrônica para fins de realização dos cálculos da amplitude (h), extensão média, extensão acumulada (L), declividade (h/l) e, por fim, o índice SL. Optou-se por quantificar o índice total (SL Total) e por trecho (SL Trecho) a fim de melhor observar as rupturas de declive existentes. Foram analisados sete canais (rio principal e seis afluentes da margem direita) para o SL Total e doze pontos para o SL Trecho.

3. Resultados e Discussão

Os resultados do índice de gradiente de canal (SL) variam entre 2 e 545 (Tabelas 1 e 2).

Como pode ser observado na Tabela 1, os índices totais (SL Total) apresentam-se mais elevados na parte superior da bacia, nas cabeceiras do canal principal (Rio Bonito e Maria Antônia), assim como num dos canais afluentes analisados (Brejal). Tais índices também coincidem com os obtidos em alguns trechos (SL Trecho) (Tabela 2) como nos cursos inferiores dos rios Bonito e Brejal, ambos associados a uma importante ruptura de declive que promove um desnivelamento de 300 metros no canal principal (MENDES *et al.*, 2007). Os autores observam a presença de um alto topográfico nessa área, com estruturação que define a orientação e a presença de anomalias na rede de drenagem, identificadas e medidas no presente trabalho pelo índice de gradiente de canal.

Segundo Zhang *et al.* (2003), contatos litológicos e falhas podem afetar localmente a forma dos perfis longitudinais e, por sua vez, do índice SL, com valores anômalos elevados. No caso da área de estudo tais anomalias parecem estar diretamente relacionadas com as estruturas já que a litologia é predominantemente homogênea, como observado por Mendes *et al.* (2007).

A análise do SL por trechos (Tabela 2) apresenta algumas disparidades quando observados os cursos superiores e inferiores dos canais e que revelam a presença das marcantes rupturas nos seus perfis longitudinais. Destacam-se os índices SL do rio Bonito, Nunes e Matilde, com índices nos trechos inferiores que alcançam aproximadamente o dobro dos obtidos em seus trechos superiores. O Brejal se destaca com diferença significativa entre os trechos analisados, estando o SL mais elevado vinculado à principal ruptura de declive também observada no rio Bonito principal, como observado anteriormente. Esses valores se apresentam invertidos no canal identificado como Soledade, estando com índice mais elevado em seu trecho superior e não no trecho inferior. Os índices SL mais baixos podem estar relacionados à ocorrência de vales suspensos com extensas planícies aluvionares desenvolvidas nesse compartimento escalonado e com canais mais longos, como indicado pela condição de assimetria da bacia de drenagem (MENDES *et al.*, 2007). Essa sedimentação promovida pela geração de *knickpoints* nesses canais e formação dos extensos alvéolos parece influenciar o perfil de equilíbrio desses canais e, portanto, os índices SL, especialmente no Soledade Inferior.



Tabela 1 – Resultados índice de gradiente de canal - SL Total

Identificação	Distância divisor (m)	Elevação Máx. (m)	Elevação Mín. (m)	Extensão total (l) (m)	Declividade (h/l)	SL
Rio Bonito (Principal)	500	1300	500	18200	0,0440	422
Rio Bonito Cabeceira Maria Antônia	450	1400	1000	4650	0,0860	239
Rio Bonito Cabeceira Taquaril	100	1200	900	3600	0,0833	158
Córrego Soledade	63	1200	888	4900	0,0637	160
Córrego Nunes	86	1100	879	4350	0,0508	115
Córrego Matilde	57	1010	879	4700	0,0279	67
Córrego Brejal	159	1100	515	8050	0,0727	304

Tabela 2 – Resultados índice de gradiente de canal (SL) por trecho

Identificação	Distância divisor (m)	Elevação Máx. (m)	Elevação Mín. (m)	Extensão total (l) (m)	Declividade (h/l)	SL
Rio Bonito Superior	500	1300	879	9100	0,0463	234
Rio Bonito Inferior	500	879	500	9100	0,0416	421
Rio Bonito Maria Antônia Superior	450	1400	1150	2325	0,1075	173
Rio Bonito Maria Antônia Inferior	450	1150	1000	2325	0,0645	208
Soledade Superior	63	1200	890	2450	0,1265	163
Soledade Inferior	63	890	888	2450	0,0008	2
Nunes Superior	86	1100	983	2150	0,0544	63
Nunes Inferior	86	983	879	2150	0,0486	112
Matilde Superior	57	1010	950	2350	0,0255	31
Matilde Inferior	57	950	879	2350	0,0302	74
Brejal Superior	159	1100	1020	4025	0,0199	43
Brejal Inferior	159	1020	515	4025	0,1255	545

4. Conclusões

A análise geomorfométrica proposta para a bacia hidrográfica do rio Bonito, a partir dos índices de gradiente dos canais de drenagem, permitiu identificar que os índices SL mais elevados coincidem com as marcantes rupturas observadas nos perfis longitudinais dos canais, principalmente no setor superior da bacia de drenagem (SLTotal) e outros localizados nos cursos

inferiores dos rios (SL Trecho). Destaca-se o Brejal pelo alto índice (SL=545) em seu curso inferior, vinculado à mesma condição do Rio Bonito principal (SL=421), área da mais expressiva ruptura de declive observada e associada à existência de um alto topográfico, como indicado em estudos anteriores. Os valores de SL menos elevados estão em contexto de vales suspensos, com extensas planícies aluvionares e que podem justificar as diferenças observadas.

Os resultados evidenciam a condição de desequilíbrio do sistema fluvial, influenciada pelo controle tectônico-estrutural observado na sua compartimentação morfotectônica e, portanto, pela evolução geológico-geomorfológica da área.

Bibliografia

ALMEIDA, J.C.H. **Zonas de cisalhamento dúctil de alto grau do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul**. 2000. 201 f. Tese (Doutorado-Geologia), UNESP, Rio Claro.

ETCHEBEHERE, M. L.; SAAD, A.R.; FÚLFARO, V.J. PERINOTTO, J.A.J. Aplicação do índice “Relação DeclividadeExtensão – RDE” na Bacia do Rio do Peixe (SP) para detecção de deformações neotectônicas. **Geologia USP Série Científica**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 43-56, 2004.

HACK, J.T. Stream profile analysis and stream gradient index. **Journal Research US Geol. Survey**, v.1, n.4, p.421-429, 1973.

HEILBRON, M.; VALERIANO, C.M.; TUPINAMBÁ, M. & ALMEIDA, J.C.H. An evolutionary tectonic model for the central Ribeira Belt: from Transamazonian collage to Gondwana amalgamation. In: Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 7., 1999, Lençóis, *Anais...* SBG, 1999. p.58-61.

MENDES, L. D.; FERNANDES, N. F.; GONTIJO-PASCUTTI, A. H. F. Morfotectônica da bacia hidrográfica do rio Bonito, Petrópolis, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, ano 8, n° 1, 2007.

SILVA, T.M. **A estruturação geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro**. 2002. 264 f. Tese (Doutorado em Geografia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

THOMAS, D.S.G.; ALLISON, R.J. (Eds.) **Landscape Sensitivity**. Chichester: John Wiley and Sons, 1993. 347 p.

ZHANG, W.; HAYAKAWA, Y.S.; OGUCHI, T. DEM and GIS based morphometric and topographic-profile analyses of Danxia landforms. In: *Geomorphometry*, 2011. Disponível em <<http://geomorphometry.org/Zhang2011>> Acesso em 13 de fevereiro de 2017.